

УДК 697.34х

И.И.КАПЦОВ, д-р техн. наук, О.Н.ЛОБКО

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ ТРУБОПРОВОДОВ СИСТЕМЫ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ

Рассматривается оценка надежности трубопроводов системы централизованного теплоснабжения (СЦТ).

Современные инженерные системы городского хозяйства и предприятий представляют собой сложный взаимосвязанный комплекс сооружений, трубопроводов и оборудования. Обеспечение нормальной работы этого комплекса является основной задачей специалистов по проектированию, строительству и эксплуатации инженерных систем.

Основными причинами, вызывающими повреждения трубопроводов являются [1]: качество применяемого антикоррозионного покрытия; конструкция прокладки тепловых сетей (наличие или отсутствие воздушного зазора); гидрогеологические условия; коррозионная активность окружающего грунта (наличие блуждающих токов); условия эксплуатации, в том числе затопления каналов, материал и толщина стенки трубопроводов.

Известно, что надежность определяется способностью объекта выполнять заданные функции, сохраняя во времени значения установленных эксплуатационных показателей в заданных пределах, соответствующих заданным режимам и условиям использования [2].

Надежность объекта включает следующие свойства: долговечность, безотказность, ремонтпригодность, сохраняемость и эффективность.

Различают единичные и комплексные показатели надежности (критерии). Единичный показатель количественно характеризует только одно свойство надежности объекта (вероятность безотказной работы, наработка на отказ, интенсивность отказов). Комплексные показатели количественно характеризуют не менее двух основных свойств, определяющих надежность [2].

Параметры могут быть получены тремя способами:

- по данным эксплуатации объектов в производстве;
- путем проведения специальных испытаний;
- по результатам расчета или испытаний на надежность лимитирующих элементов сложных систем.

Основная группа критериев оценки надежности СЦТ разработана для условий, когда трубопроводы находятся в эксплуатации, а также на уровне проектирования или реконструкции тепловых сетей.

При проектировании и реконструкции тепловых сетей разработан критерий для удовлетворения требованиям надежности при восстановлении отказавшего теплопровода с определением максимального диаметра тупикового теплопровода, предельно допустимого радиуса тупикового ответвления и предельно допустимой длины участков резервированных тепловых сетей [3]. Наличие и расчет резервирования магистральных теплопроводов, а также определение целесообразного срока действия трубопроводов на основании расчета времени ликвидации повреждений приведено в [4].

В процессе эксплуатации тепловых сетей используется критерий на основании нормативов надежности с учетом коэффициента вероятности безотказной работы и коэффициента готовности [5]. Часть критериев оценки надежности СЦТ посвящена изучению влияния какого-либо из указанных факторов, например, в [1] исследуется зависимость удельной повреждаемости от интенсивности коррозии стенки труб теплопровода. Однако, учесть, какие из вышеуказанных причин и в какой степени влияют на количество повреждений, возникающих в процессе эксплуатации, очень сложно, поэтому для анализа повреждений теплопроводов используют обобщенные критерии надежности, которые, в свою очередь, могут быть использованы также для оценки вероятности повреждений трубопроводов на перспективу.

Наиболее распространенным критерием оценки надежности трубопроводов СЦТ является значение удельной повреждаемости A [1, 6-8]

$$A = n / L, \quad (1)$$

где A – удельные повреждения 1/км·год; n – количество повреждений трубопроводов, 1/год; L – суммарная длина трубопроводов, км.

Удельная повреждаемость может быть определена в зависимости от срока службы трубопроводов, толщины их стенки, интенсивности наружной коррозии [1], от материальной характеристики участков теплопровода и деятельности этого участка [6]. Зависимость удельной повреждаемости от срока эксплуатации может быть представлена в виде матриц-векторов [9]. Эмпирические функции отказов теплопроводов и их надежность могут быть представлены также в виде экспоненциальной, Вейбулла, S-образной и степенной функций [7]. Вид зависимости критерия удельной повреждаемости представлен функциями распределения отказов (нормальное распределение, Релея, гамма-распределение и др.), при этом максимальное приближение имеет нормальное распределение [8].

В связи с вышеизложенным в качестве критерия оценки повреждаемости трубопроводов тепловой сети выбран критерий удельной

повреждаемости А. Он позволяет с достаточной точностью оценить состояние теплопроводов и спрогнозировать их надежность на основе сбора и обработки статистических данных по повреждаемости существующих СЦТ.

В качестве объекта исследования была выбрана система централизованного теплоснабжения Алексеевского жилищного массива г.Харькова, который был построен в начале 80-х годов XX ст. Тепловая система включает в себя 23 ЦТП.

Длина рассмотренных трубопроводов в зависимости от их диаметра приведена в таблице.

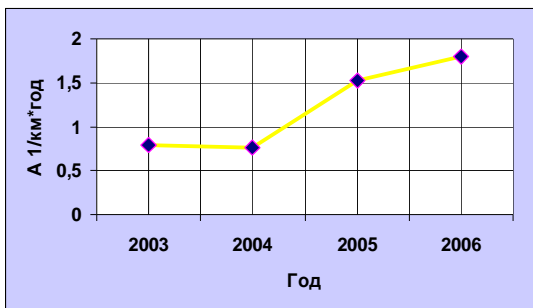
Длина трубопроводов по диаметрам

Диаметр трубопроводов, мм	57	76	89	108	133	159	219	273
Длина, км	28,804	36,899	25,074	27,627	16,444	23,77	18,667	6,022

Для исследования повреждений тепловых систем Алексеевского жилищного массива были использованы данные объединенной диспечерской службы КП ХТМ за 2003-2006 гг.

Теплоизоляция трубопроводов состоит из минераловатных матов. Теплопроводы проложены в непроходных каналах.

На основе рассматриваемого критерия надежности получена зависимость (рисунок) удельных повреждений за период эксплуатации 2003-2006 гг.



Зависимость удельных повреждений за период эксплуатации 2003-2006гг.

Из графика видно, что с увеличением срока службы теплопроводов увеличилась величина удельных повреждений. Это объясняется в основном тем, что с увеличением срока службы возрастает степень воздействия коррозии на стенки труб. Полученная зависимость коррелируется с результатами, приведенными в работах [6, 7].

Рекомендации по повышению безотказной работы трубопроводов СЦТ:

- с целью экономии материально-технических, трудовых и энергетических ресурсов в процессе эксплуатации за счет определения участков теплопровода со значительной частотой повреждений необходимо указывать место повреждений; характер повреждения; назначение трубопровода; дату фиксации и дату устранения; диаметр; длину заменяемого участка; глубину заложения, характер покрытия;
- для решения указанной выше задачи необходимо представить паспорт тепловой сети в электронном виде с геодезической привязкой трассы теплопровода с указанием всего инженерного оборудования;
- при реконструкции сетей использовать предизолированные трубы в полиуретановой изоляции, обладающих повышенной противокоррозионной стойкостью и имеющих малый коэффициент теплопроводности;
- при реконструкции использовать современные методы прокладки и технологии, позволяющие закрытым способом без вскрытия дорог осуществлять прокладку и ремонт трубопроводов;
- своевременно и в полном объеме проводить все мероприятия по технической эксплуатации трубопроводов и оборудования СЦТ.

Таким образом, на основании анализа критериев надежности работы СЦТ определен критерий удельной повреждаемости для оценки надежности трубопроводов. В результате исследований повреждаемости трубопроводов СЦТ Алексеевского жилмассива г.Харькова получена зависимость удельных повреждений теплопроводов за период 2003-2005 гг. Предложены мероприятия по повышению надежности трубопроводов СЦТ.

1.Сазонов Э.В., Кононова М.С. К вопросу диагностирования состояния инженерных систем // Известия вузов. – 1999. – №6. – С.93-96.

2.Найманов А.Я., Насонкина Н.Г., Маслак В.Н., Зотов Н.И. Основы надежности инженерных систем коммунального хозяйства. – Донецк, 2001. – 151 с.

3.Монахов Г.В., Красовский Б.М. Количественная оценка надежности существующих и перспективных систем теплоснабжения // Изв. АН СССР. Сер. «Энергетика и транспорт». – 1988. – №3. – С.23-27.

4.Соколов Е.Я., Извеков А.В. Количественный расчет надежности систем теплоснабжения // Теплоэнергетика. – 1990. – №9. – С.11-15.

5.Ковылянский Я.А., Старостенко Н.Н. Практическая методика количественной оценки надежности тепловых сетей при проектировании и в условиях эксплуатации // Теплоэнергетика. – 1991. – №5. – С.30-33.

6.Герасимова О.Л., Бережнов И.А. Реконструкция тепловых сетей в жилых районах // Жилищное и коммунальное хозяйство. – 1991. – №5. – С.43-44.

7.Сазонов Э.В., Кононова М.С. Определение эмпирических функций распределения отказов городских теплопроводов // Изв. вузов. Сер. «Строительство». – 2000. – №2-3. – С.62-64.

8.Сазонов Э.В., Кононова М.С. Сравнительный анализ эмпирических функций распределения отказов городских теплопроводов // Изв. вузов. Сер. «Строительство». – 2000. – №7-8. – С.85-87.

9.Глюза А.Т., Яковлев Б.В., Лысенко Ю.Д., Мельцер М.Я., Шиенок О.Ф. Прогнозирование повреждаемости подземных тепловых сетей // Теплоэнергетика. – 1989. – №6. – С.18-21.

Получено 12.09.2008

УДК 697.34

А.А.РЕДЬКО, канд. техн. наук, В.А.КРАСНОПОЛЬСКИЙ

Харьковский государственный технический университет строительства и архитектуры

И.А.РЕДЬКО, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

Д.Х.ХАРЛАМПИДИ, канд. техн. наук

Институт проблем машиностроения НАН Украины, г.Харьков

СТУПЕНЧАТАЯ СИСТЕМА ТЕПЛОСНАБЖЕНИЯ С ТЕПЛОНАСОСНОЙ УСТАНОВКОЙ

Анализируются теплотехнические параметры систем отопления с применением теплонасосных установок.

Для осуществления процесса трансформации теплоты в теплонасосной установке (ТНУ) применяются различные рабочие вещества, термодинамические и теплофизические свойства которых должны удовлетворять требованиям, зависящим от назначения установки и ее схемы, температурных уровней нижнего и верхнего источников теплоты, условий долговечности и экологической безопасности и т.д. Наибольшей объемной производительностью обладает аммиак, фреоны R22 и R12, следовательно при одинаковой тепловой мощности установки требуется меньше количества заправляемого хладагента, в результате будут меньшими затраты работы в компрессоре. Однако при использовании данных рабочих тел для получения высоких температур конденсации требуется создавать в компрессоре большее давление, что по технико-экономическим причинам не всегда целесообразно [1-3]. Для получения высоких температур конденсации наиболее перспективными рабочими веществами являются такие теплоносители, как фреон R142в, R245, изобутан, а также смесь изобутана и изопентана и др.

Цель работы – анализ технологических схем систем отопления с применением теплонасосных установок. Выполненные расчеты тепло-